

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-187031

(43) 公開日 平成11年(1999) 7月9日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 4 L 12/28

H 0 4 L 11/20

G

H 0 4 Q 3/00

H 0 4 Q 3/00

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号

特願平9-351352

(22) 出願日

平成9年(1997)12月19日

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号

(72) 発明者 渡辺 直聡

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

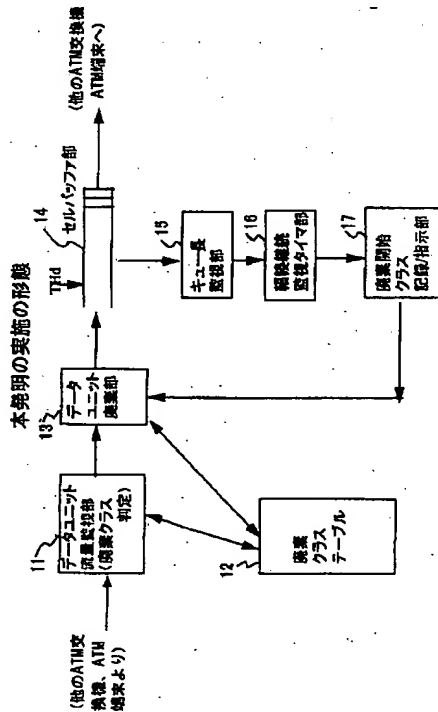
(74) 代理人 弁理士 井桁 貞一

(54) 【発明の名称】 ATM交換機

(57) 【要約】

【課題】 ATM交換機のUBRサービスの無差別的セル廃棄に起因する同一コネクション連続廃棄、再送セグメント廃棄、通信直後セグメント廃棄、廃棄集中などを回避して、スループットと有用性を向上させたATM交換機を実現する。

【解決手段】 従来の輻輳時の無差別セル廃棄に代え、ウィンドウサイズによる選択廃棄、輻輳に応じた段階的廃棄促進、再送セル識別廃棄、廃棄済コネクションの廃棄回避、を行う。このため、流入データユニット流量計測手段、該流量に応じた廃棄クラス付与手段、所定廃棄クラスの記憶手段とを備え、所定廃棄クラスより大きい廃棄クラスを持つセルから選択的に廃棄するよう構成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 自交換機を介して複数のコネクションが設定され、各コネクションに属するデータユニットが任意の時間間隔で流入するATM交換機であって、所定継続時間内の流入データユニットに対応するフレーム流量をコネクション毎に常時計測し、該計測に基いて、該流量が大きいほど他のコネクションに優先して輻輳時のフレーム廃棄を行うべきことを示す廃棄優先度を、各コネクションに対して設定する廃棄優先度設定手段と、網輻輳検出時に所定の優先度より高い廃棄優先度が設定されているコネクションに属するフレームを廃棄するフレーム廃棄手段、とを備えたことを特徴とするATM交換機。

【請求項2】 前記該所定優先度を、輻輳の継続が長くなるに従ってより低い廃棄優先度を指示するように設定する機能を、更に有することを特徴とする、請求項1記載のATM交換機。

【請求項3】 前記該廃棄優先度設定手段は、網輻輳検出時に該所定の優先度より高い廃棄優先度が設定されていてフレームを廃棄された該コネクションの該廃棄優先度を、その時点でより低い優先度に設定する機能を更に有することを特徴とする、請求項1記載のATM交換機。

【請求項4】 前記該フレーム廃棄手段は、流入するデータユニットの時間間隔が所定以上であることが検出されたコネクションに対しては、網輻輳検出時に所定の時間はフレーム廃棄を行わない機能を更に有することを特徴とする、請求項1記載のATM交換機。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はATM交換機に係り、品質非保証型サービス（UBRサービス：Unspecified Bit-Rate サービス）で伝送されるセルの輻輳制御が優れたATM交換機に関する。

【0002】

【従来の技術】 音声、動画像、データ等の情報通信サービスを統合して扱うATM網では、各トラフィックを高効率で網に収容して全体としての効率的運用を図ることが重要であり、近年、通信量増大が著しいデータ系向けサービスとして、次の二態様のサービス導入が図られようとしている。

【0003】 その一は、網リソース状況から定まる限度以上のトラフィックによる網輻輳で生じるデータユニットの廃棄を回避するべく、網がリソース使用状況を端末に刻々通知し、端末はその通知に従ってセルレベルのレート制御を行って、送出するトラフィックを自律的に規制し、無用な輻輳を回避して総合的な効率運用を目指す「適応型サービス（ABRサービス：Available Bit-Rate サービス）」である。

【0004】 その二は、端末自身は前記通知に従ったレ

ート制御を行わず、端末所定の速度で網にトラフィックを送出し、網輻輳による廃棄が発生した場合は端末側で欠損検出とエンドツーエンドの再送回復を図る「品質非保証型サービス（UBRサービス：Unspecified Bit-Rate サービス）」である。

【0005】 これら二態様のサービスは各々次のような欠点を有し、普及の阻害要因となっているためこの早期解消が強く望まれるところとなっている。即ち、ABRサービスは端末と網の双方に輻輳時の溢れデータ用バッファが不可欠となり、網全体の設備数が膨大となる。他方、UBRサービスはABRサービスより網と端末の設備は簡潔で安価となるが、通信品質が保証されないため信頼性が阻害要因であり、また、再送制御とフロー制御の過剰規制のためスループットが低下する。

【0006】 この二態様のサービスは前記得失を加味し、サービス需要と網世代進展の動向に沿って導入が進むと考えられるが、普及促進のためには、導入がより容易なUBRサービスの一層の効率とスループットの向上が望ましい。

【0007】 さて、UBRサービスでは前記の再送制御およびフロー制御は、端末とATM交換機内でATMより上位のプロトコルに依存して行われる。以下に、このためにATM網のUBRサービスに収容されるデータ系サービスで、一般的に用いられている、TCP/IP（Transmission Control Protocol/Internet Protocol）の再送制御とウィンドウフロー制御手法を述べる。

【0008】 まず、図2にTCP/IPプロトコルスタック説明図を示す。図2の上段に示すアプリケーションレイヤーのデータは、TCPレイヤーに位置して伝送制御を司るTCP部と各アプリケーションとの間で授受され、また、IPレイヤーに位置して通信制御を司るIP部とTCP部との間は、通信制御用に分割されたTCPセグメントと呼ぶ単位で授受される。

【0009】 更に、該TCPセグメントはIP部を介して、次のATM/AAL5部との間でIPパケットとして授受される。次に、該IPパケットは、AAL5/ATM部でトレーラーなどの制御情報を付加され、ATMサービスカテゴリ5類中の第5カテゴリのAAL5（コネクション型データ通信サービス用クラス）のデータユニットに変換される。

【0010】 また次に、該AAL5データユニットは48オクテット毎に分割され、更に該分割毎に5オクテットのセルヘッダを付加されて、ATMセルとしてATM網内を転送される。

【0011】 一方、網輻輳発生時の廃棄は、該AAL5データユニット単位で行われるが、ATMセル単位で廃棄が行われても、ATMセル群を再編成して得られる該欠損データユニットが誤りフレームとして受信検出されるから、該データユニットが廃棄されたことになる。

【0012】次に、前記ATMセルは図3に示す53オクテットのフレームデータで構成される。そのヘッダ部は、端末のフロー制御用のGFC(4ビット)、仮想パス識別子VPI(8ビット)、仮想チャネル識別子VCI(16ビット)、セル形式を示すPTI(3ビット)、セル廃棄優先情報CLP(1ビット)およびヘッダの誤り制御用情報HEC(8ビット)とで構成される。

【0013】端末の接続要求などで呼が生起すると、呼に対応した仮想パス識別子VPIおよび仮想チャネル識別子VCIが与えられ、コネクション(論理通信路)が設定されて、該コネクション情報(論理通信路情報)が該呼の開放まで保持される。

【0014】また、前記の如く、AAL5データユニットは連続する複数のATMセルで構成されるが、最終セルヘッダのPTI部にセルの非継続を意味する特定パターンが表示され、ヘッダ監視によって最終セルが識別出来るようになっている。

【0015】さて、TCP/IPでは通信制御の際、アプリケーションレイヤーのデータを前記のTCPセグメントと呼ぶ通信手順制御のための単位に分割して、ATM網を介して他のATM交換機および宛先端末とのデータ送受信を行い、また、この単位で、欠損データの回復のための再送制御、および効率維持のためのウィンドウフロー制御を行う。

【0016】まず、再送制御は次のように行われる。即ち、セグメント送信後の所定時間内に相手宛先の肯定応答(ACK)がなかったら、セグメント紛失と見做して該セグメントの送信を繰り返す。この時のACK監視時間(RTO)は、一般的に偶発性の異常の回復に適切と考えられている、直前送信時の監視時間の倍程度に増加させて安定回復を図る。従って、再送が繰り返されるとACK監視時間(RTO)が累増して回復待機時間が急増する。図4はこの模様を示した再送時のバックオフ説明図で、2回の再送、即ち、再々送時にACK監視時間(RTO)が2倍に設定される様子を現している。

【0017】次に、ウィンドウフロー制御は次のように行われる。TCP/IPでは通常、送信は良好に実行出来るものと見越して、該肯定応答(ACK)を待たずに、複数のセグメントを一括送信して効率を上げ、スループットを高くする。この一括量の許容枠を輻輳ウィンドウ(CWND)と呼ぶ。

【0018】送信元はその時点で設定されている輻輳ウィンドウ(CWND)の範囲内で、複数のセグメントを一括して送信する。また、輻輳ウィンドウ(CWND)は通信開始時や再送時には小さくし、送受信が正常な間は所定のルールで大きくして行き、最大輻輳ウィンドウサイズへの到達が加速されるように制御する。

【0019】この制御は例えば次の如く行われる。輻輳ウィンドウ(CWND)初期値をTCPセグメントの最

大サイズ(MSS)とし、また、輻輳ウィンドウ(CWND)とは別に、スロースタート閾値(sssthresh)と呼ぶ加速判定用の閾値を定めておき、その初期値もTCPセグメントの最大サイズ(MSS)としておく。

【0020】次に、送受信正常終了毎に、輻輳ウィンドウ(CWND)がスロースタート閾値(sssthresh)以下である間は、輻輳ウィンドウ(CWND)をTCPセグメント最大サイズ(MSS)単位で速やかに増加させ、該サイズがスロースタート閾値(sssthresh)を超えて以降は、該増加単位をその時点の輻輳ウィンドウ(CWND)に対するセグメント最大サイズ(MSS)の比に絞ることにより増加の伸びを抑える。

【0021】また、送受信中にバースト性の増大などによって輻輳が発生すると、再送開始時の輻輳ウィンドウ(CWND)として、その時点までに成長した輻輳ウィンドウサイズではなく、最初の設定値であるTCPセグメント最大サイズ(MSS)を、また、スロースタート閾値(sssthresh)としては、その時点の輻輳ウィンドウ(CWND)の半分の値を設定する。

【0022】以上の制御によって、輻輳が発生する時点の半分のサイズまでは輻輳ウィンドウ(CWND)は急速に増大し、それ以降では伸びは急減する。即ち、 $CWND \leq sssthresh$  (加速期間) の輻輳ウィンドウCWND'

$$CWND' = CWND + MSS$$

$CWND > sssthresh$  (抑制期間) の輻輳ウィンドウCWND'

$$CWND' = CWND + MSS \times (MSS / CWND)$$

再送開始時の設定は、 $sssthresh' = CWND / 2$

$$CWND' = MSS$$

一方、輻輳ウィンドウサイズの初期値と増加値とは回線効率に密接に関連し、初期値が大きい程、当初から1回の送受信データ量が大きく、また、増加値が大きい程、最大ウィンドウサイズへの到達も早い程、伝送効率が上がりスループットは高くなるが、逆に、データのバースト性が強まり、集中と離散が極端になって、局部的集中による輻輳を招き易い。

【0023】また逆に初期値または増加値が小さい程、1回の送受信データ量が小さいか、または、ウィンドウサイズの成長が遅いから、伝送効率が下がりスループットが下がるが、バースト性が弱く輻輳になりにくい。

【0024】また、前記のサイズ増加加速制御により、輻輳ウィンドウサイズが大きくなったセグメントほど、スロースタート閾値が大きくなっているため、輻輳発生時の再送で輻輳ウィンドウサイズの増加回復が早く、廃棄の影響が小さくなる。

【0025】従って、輻輳時にフレームを廃棄する場合には、大きい輻輳ウィンドウサイズで通信中のコネクシ

ョンのフレームを廃棄した方が、回復立ち上がりが早くスループット低下が少ない。

【0026】このTCP/IPの再送制御およびウィンドウフロー制御の概念的な説明を、図5のTCPウィンドウフロー制御説明図に示す。図5では数回のセグメント送信の都度、輻輳ウィンドウが増大して送信単位量が最大セグメントサイズずつ増加し、更に数回のセグメント送信後、X印点でACK監視時間(RTO)のタイムアウトが発生して再送となり、その後の回復が早くなっている例を示している。

【0027】

【発明が解決しようとする課題】さて、以上に述べたように、ATM網におけるUBRサービスの輻輳制御方法として、従来用いられているTCP/IPの再送制御およびウィンドウフロー制御方法を用いた場合、次のような問題があった。

【0028】まず、通信開始直後や再送時に輻輳に遭遇して、データユニットが廃棄された場合、引き続き再送のウィンドウサイズが小さいため、効率が低下して、通信立ち上がりや回復が遅延する、ウィンドウ縮減時の効率低下問題があった。

【0029】また、引き金となった輻輳の再発生により、待機時間の顕著な増加となるACK監視時間の累増など、ウィンドウ制御に関連するスループット過剰縮退の問題があった。

【0030】また、このような問題が潜在しているに係わらず、網輻輳発生時の廃棄処理として、該ウィンドウサイズ大小とは無関係に、無差別的にデータユニット廃棄またはATMセル廃棄を行っていたため、ウィンドウサイズの小さい通信開始直後のセグメントや再送セグメントの廃棄につながり、前記過剰縮退を誘発して、著しい回復遅延や立ち上がり遅延、同一コネクションに属するセグメントの連続廃棄による特定コネクションの回復遅延、更には、輻輳継続による集中廃棄に至るなどの、無差別的セル廃棄に基づくスループット縮退問題があった。

【0031】一方、正常送受信が続いた場合は、輻輳ウィンドウサイズを単調増加させて行くため、該ウィンドウサイズの肥大に伴ってデータのバースト性が強まり、これに伴って間欠的輻輳を招き、最終的には前記過剰縮退を引き起こして連続廃棄を誘発する如き、ウィンドウ肥大による輻輳問題があった。

【0032】本発明は、ATM網におけるUBRサービスで、TCP/IPプロトコルによる再送・フロー制御を実施する際に、従来の無差別的セル廃棄方法などによって生ずるこれらの問題を、防止出来る、セル廃棄方法を採用入れることによって、これらの問題を効果的に回避して、UBRサービスのスループットと有用性を向上させたATM交換機を提供することを目的とする。

【0033】

【課題を解決するための手段】本発明は、前記課題の解決のため以下の手段をとる。まず、本発明のATM交換機では、無差別セル廃棄によるスループット縮退の解決のため、流入する各コネクションのALL5データユニットの流量を常に計測して、輻輳ウィンドウサイズを推定し、輻輳時には該無差別セル廃棄に代えて、所定の輻輳ウィンドウサイズより大きい該サイズを有するセグメントを識別してセルを廃棄する。

【0034】このため、コネクション毎に、流量要素としてのデータユニットの間隔を計測し、該間隔に対応して、該間隔が小さい程小さく、また、該間隔が大きい程大きい値となる優先度情報を、廃棄クラスとして設定する手段を設ける。

【0035】該廃棄クラスは小さい程、流量、即ち、輻輳ウィンドウサイズが大きく、セル廃棄の影響が小さいことを示すから、輻輳時に、他のより大きい廃棄クラスを付与されたコネクションよりも優先して、廃棄すべきことを示している。

【0036】一方、輻輳が検出された場合に廃棄すべき、所定の廃棄クラスの閾値を、選択廃棄レベルとして設定し、また増減して記憶する手段を設ける。選択廃棄レベルは、輻輳時に、該レベル以下の廃棄クラスを有するコネクションの到来セルを廃棄すべき閾値を示し、最大値を設定した場合は全コネクションの全セルが輻輳時に廃棄され、また、最小値を設定した場合は、最下位の最小廃棄クラスを有する、コネクションのセルのみが廃棄されることになる。

【0037】該レベルは輻輳を契機として、最大と最小の範囲で順次更新する。更に、セグメントの到来時に輻輳が検出された場合に、該セグメントの属するコネクションの、該廃棄クラスが該選択廃棄レベル以下のセグメントを、識別してセル廃棄する選択廃棄手段を設ける。

【0038】以上の手段によって、輻輳時に、設定された所定の該選択廃棄レベルにおいて、データユニットの流量がより大きいことを示す、より小さな該廃棄クラスを有し、従って、輻輳ウィンドウサイズがより大きく、セル廃棄の影響がより小さいセグメントを、選択的に廃棄する。

【0039】次に本発明は、前記輻輳ウィンドウサイズの肥大による輻輳集中に対処するため、前記輻輳時の選択廃棄レベルの更新を行う際、該レベルを輻輳の度合いに連動して廃棄促進側、または、廃棄抑制側に増減させる、選択廃棄レベルの段階的更新手段を備える。

【0040】該更新手段は、輻輳状態が所定の一定時間以上継続した場合に、輻輳集中状態であることを検知して、一段大きい次廃棄優先度の廃棄クラスまでも廃棄するように、該選択廃棄レベルを廃棄促進側に一段大きくする。また、該継続状態が引き続き間は、所定の最大値まで該促進処理を繰り返す。

【0041】一方、輻輳状態が解消した場合は、該選択

廃棄レベルを小さくして、廃棄を抑制するよう繰り返す。これにより、前記輻輳ウィンドウサイズの肥大に基づく、バースト性増大による間欠的輻輳に対して、安定した廃棄が行われるようにして、前記の如き過剰反応を抑制する。

【0042】また、本発明では、同一コネクシオンでの連続廃棄を回避するため、前記輻輳時のセル廃棄の際、一旦廃棄を実施したコネクシオンの該廃棄クラスを一段上げて廃棄の優先度を下げる手段を設ける。これにより、該コネクシオンの次のデータユニット到来時の、廃棄クラスと選択廃棄レベルの照合処理の廃棄条件を合致しないものとして、該コネクシオンでの連続廃棄を避ける。

【0043】一方、本発明では、再送セグメントの廃棄を回避するために、再送セグメント識別手段と、該セグメントの属するコネクシオンの廃棄クラスを変更する手段とを設ける。

【0044】流入するデータユニットの流量が一定以下の少量の場合、例えば、前記応答ACKの監視時間RTOを超える間隔のデータユニットの到来を検出した場合は、該コネクシオンの転送データが無い、あるいはACK受信のタイムアウトで再送が行われて、セグメントの転送間隔が大きくなっている場合であるから、これにより再送セグメントを識別する。

【0045】この時の該コネクシオンの廃棄クラスを、特異的に大きく付与することにより、該廃棄クラスと該選択廃棄レベルとの照合処理時の、廃棄条件を合致しないものとして、輻輳時の該再送セグメントのセル廃棄を回避する。該特異値は、該再送回復後、通常のATMセルによって廃棄クラスの記録が更新されるまでの一定時間保持される。

【0046】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を図1に示し、各部の構成と作用を以下に述べる。なお、図1は、本発明のATM交換機の、データユニットの転送部を主に示したものであって、ATM交換機を構成する際に一般的に必要となる他の部分、即ち、中央制御装置、スイッチ、回線接続部などは図示していない。

【0047】それらは、当分野の通常の公知的技术に基づいて別途具備されるものとする。図1において、11はデータユニット流量監視部、12は廃棄クラステーブル、13はデータユニット廃棄部、14はセルバッファ部、15はキュー長監視部、16は輻輳継続監視タイマ部、17は廃棄開始クラス記録／指示部である。

【0048】まず、データユニット流量監視部11は、回線または他のATM交換機など自交換機の外部から流入するATMセルを受信し、ATMセルのヘッダのPTI部の非継続表示から、データユニットの区切りを識別する。

【0049】一方、該流量監視部11は、ATMセルへ

ッダのVPI部、VCI部が指すコネクシオン対応に、該データユニットの時間間隔を計測して廃棄クラスを付与し、該到来ATMセルを次段のデータユニット廃棄部13に送る。また、所定時間以上の長間隔のデータユニットを検出して、再送フレームを識別する。

【0050】データユニット廃棄部13は、該ATMセル到来時に輻輳が検出された場合、廃棄クラステーブル12に記憶された、該セルの属するコネクシオンの廃棄クラスを参照し、該クラスが廃棄開始クラス記録／指示部17から通知される選択廃棄レベル以下であることを識別して、該到来ATMセルの属するデータユニットを廃棄する。また、該データユニット廃棄部13には、廃棄実施毎に廃棄クラステーブル12中の該廃棄クラスを1段変更する手段を備える。

【0051】セルバッファ部14は、該到来ATMセルを一時的に蓄積し、次段の回線または他のATM交換機などの外部に転送するためのバッファである。キュー長監視部15は、該セルバッファ部14に蓄積されるATMセルの個数を監視し、所定のレベルに達すると輻輳発生として検出し、結果を輻輳継続監視タイマ部16に通知する。

【0052】輻輳継続監視タイマ部16は、キュー長監視部15の該輻輳発生継続を監視する。所定時間以上継続した場合、廃棄開始クラス記録／指示部17に対して、選択廃棄レベルの廃棄促進を、また、輻輳解消を検出した場合は、該廃棄レベルの廃棄抑制を行うよう通知する。

【0053】廃棄開始クラス記録／指示部17は、所定の選択廃棄レベルの記憶とデータユニット廃棄部13への該識別廃棄レベルの指示を行う。また、該輻輳継続監視タイマ部16からの、前記通知による選択廃棄レベルの該更新を行う。

【0054】以上の実施の形態に示す本発明の装置全体の動作は次のように果たされる。まず、選択的廃棄によるスループット縮退の回避動作としては、網から自交換機に流入するATMセルがデータユニット流量監視部11に到達し、次に該ATMセルは、該データユニット流量監視部11および廃棄クラステーブル12で、前記したコネクシオン毎の廃棄クラス付与処理の後、該キュー長監視部15が輻輳を検出していない場合は、データユニット廃棄部13を経由してセルバッファ14に送られ、蓄積される。

【0055】他方、該キュー長監視部15が輻輳を検出している場合は、廃棄開始クラス記録／指示部17が記憶している所定の選択廃棄レベルと、廃棄クラステーブル12中の該当コネクシオンの廃棄クラスとが比較され、該廃棄クラスが該選択廃棄レベル以下の場合に、該ATMセルがデータユニット廃棄部13で廃棄される。

【0056】次に、選択廃棄レベルの更新処理動作は、前記のように、開始クラス記録／指示部17が記憶して

10

20

30

40

50

いる該選択廃棄レベルを、幅転継続状態に従って順次に変化させることにより果たされる。

【0057】一方、同一コネクションの連続廃棄の回避動作は、前記幅転時のデータユニット廃棄部13のセル廃棄の際、該コネクションの廃棄クラスを一段上げて廃棄の優先度を下げる手段により、次の該コネクションのAAL5データユニット到来時の廃棄条件を、合致しないものとすることによって果たされる。

【0058】再送セグメント廃棄を回避する動作は、前記した如く次のように果たされる。即ち、前記したデータユニット流量監視部11による所定間隔以上の間隔のフレームの検出が行われると、該当コネクションの廃棄クラスを特異的に大きく付与する。

【0059】該特異値は、次に該当コネクションに通常のデータ間隔を有するATMセルが到来し、廃棄クラスの記録が更新されるまでの一定時間、選択廃棄レベルよりも大きい該特異値を保つから、選択廃棄レベルと廃棄クラスとの照合処理で廃棄条件に合致せず、該一定時間は該再送セグメントの幅転時の廃棄が回避される。

【0060】次に、本発明の具体的な実施と各部の詳細について説明する。まず、データユニット流量監視部11の、データユニット時間間隔計測と廃棄クラスの付与について、図7の流量監視カウンタ動作説明図により、該当コネクションに着目して説明する。

【0061】前記の廃棄クラステーブル12は、該計測に所要の制御情報を記憶するテーブルで、図7に示すように、各コネクション毎に流量計測カウンタ部CM、判定処理実施時刻t0部および廃棄クラスNc部とで構成する。

【0062】一方、該流量計測カウンタ部CMは、到来ATMセルのヘッダのPTI部の非継続表示により、データユニットが検出される毎に減算を繰り返すカウンタで、図7の通信開始t0点と、計測時の減算で値が0となるtnow(t0)点毎に、初期値を設定する。

【0063】次に、データユニット通過毎の該減算繰り返し中に、図7のtnow(t0)点でCMの値が0となると、該廃棄クラステーブル12のt0部に記録された前回判定時刻と現在の時刻とを参照し、次式により、該コネクションの廃棄クラスNcを決定して付与する。即ち、廃棄クラスNcは、

$$Nc = \min \{ \text{Int} \{ (tnow - t0) / \Delta t \}, N_{\max} \}$$

ここにおいて、min{a, b} : aかbの小さい方を探る

Int{ } : 整数値を探る (切り捨て)

tnow : 処理時刻

t0 : 前回判定処理時刻

Δt : 廃棄クラス付与単位時間

Nmax : Ncの所定最大値

該式は、前回判定を実施した時刻t0からの経過時間

(tnow - t0)に応じて、時間Δt経過する毎に1ずつ増加する；優先度クラスNcを付与することを示しており、該Int{ }の値は、該前回判定時刻t0から該処理時刻tnowまでの時間距離となる。

【0064】従って、データユニット到来間隔に対応して、該間隔が小さい程小さく、また該間隔が大きい程大きいNcが付与される。図7では開始時点のクラス0から現在時点のJまでのクラスが設定される例を示している。

【0065】該廃棄クラステーブルには一般的な半導体メモリ素子などを使用する。廃棄クラスの付与は、上記Nc決定式に基づく方法の場合、処理時刻tnowの把握が必要であるから、特段図示していないが、該データユニット流量監視部11に時計機構を設ける。

【0066】廃棄クラスの付与方法としては、この他に、クラスカウンタを設け、前記廃棄クラステーブルのCMの値が該0となる時の、該クラスカウンタの値を用いる方法が例示出来る。

【0067】セルバッファ部には、先入れ先出し型メモリを使用するが、他にポインタレジスタとの併用によるランダムアクセス型メモリ素子での構成の方法がある。以下、到来したATMセルを交換先へ送出するまでの動作を順に説明する。

【0068】まず、図1のデータユニット流量監視部11にATMセルが到来すると、図8の流量監視部処理フロー説明図において、到来セルがデータユニットを構成する最終セルであることを確認し(8-1)、廃棄クラステーブル12の該当コネクション#IのCM部を減算して、結果が負ではない場合、該廃棄クラステーブルのCM部更新の後、セルバッファ書き込み処理を行う(8-3、8-6)。また、該廃棄クラステーブルのCM部減算結果が負の場合は、CM部初期値、加算時刻(T0)および前記の決定式による廃棄クラス(Nc)とを設定して、次ATMセル到来に備える(8-4、8-5)。

【0069】次に、図9はデータユニット廃棄部13の廃棄部処理フロー説明図である。本処理フローは、幅転時にデータユニット先頭セルが到着してから、該データユニットを構成する一連の後続セルを廃棄する処理を含んでいる。

【0070】まず、ATMセル到着時、前記幅転継続監視タイマ部16の情報から幅転状態を判断し(9-1)、当該コネクションの廃棄あるいは転送状態を記憶表示するフラグCSの処理を行う(9-2、9-3)。

【0071】次にフラグDを参照し、当該コネクションのデータユニット単位のセル廃棄が継続中かどうかを判断する(9-4)。廃棄継続中ならばデータユニットの最終セルまで廃棄を継続し(9-15)、最終セル到来で廃棄状態フラグDを解除する(9-16)。廃棄継続中でないならば、到着セルがデータユニットの先頭かど

うかを判断し (TOPフラグ、9-5)、先頭セルでないならば、次到着セルの先頭判定のために、該到着セルがデータユニットの最終セルかどうかの情報を保持し

(TOPフラグ、9-11/9-12/9-13)、該到着セルをセルバッファへ蓄積する (9-14)。該到着セルが先頭セルの場合、該時点は輻輳状態にあるから、廃棄クラステーブルの当該接続の廃棄クラスが選択廃棄レベル以下かどうか判定 (9-7) を行い、廃棄条件に合致した場合は廃棄クラス1段変更と廃棄実施 (9-9~10)、または、セルバッファ蓄積処理を行う (9-11~14)。

【0072】ここで、該廃棄クラス1段変更と該廃棄実施処理 (9-9~10) により、前記した、一旦廃棄済の接続の連続廃棄を回避する手段が実施される。次に、前記した選択廃棄レベルの更新処理の実施について説明する。

【0073】図6は、廃棄開始クラス記録/指示部17の、選択廃棄レベル処理フロー説明図である。該制御部は、輻輳継続監視タイマ部16からの所定時間の輻輳継続、または輻輳解消の通知により、その状態を判断し (6-1)、結果に従って選択廃棄レベルを順次に所定の回数の間 (6-4、6-7)、廃棄促進または廃棄抑制側に更新する (6-8、6-9)。

【0074】なお、該選択廃棄レベルの更新処理の実施形態として、他に、該輻輳継続監視タイマ部16を設けずに、該選択廃棄レベル処理フローに基づく処理に代える形態も例示出来る。その場合は、該フローに基づく処理を、通信中の接続の前記セル到着によって開始するように構成する。

【0075】次に、流入するAAL5データユニット流量が少量、即ち再送フレームや通信開始直後であるようなフレームを識別して、輻輳時はこれらの廃棄を回避する発明の実施について説明する。

【0076】再送フレーム識別の手段として、前記のデータユニット流量監視部11に、データユニット間隔計測手段と併せて、データユニットの到着間隔を監視するフレーム間隔監視手段 (図示せず) を備え、前記した如くに、データユニットの間隔が通常想定される最大RTOより大きいデータユニットの到来を検出する。該長間隔のデータユニットの到来を検出した場合は、該当該接続のセル到着時に、廃棄クラスとして、選択廃棄レベルの最大値よりも大きな特異値を付与する。

【0077】前記の如く、該特異値は、次に該当該接続の通常のデータ間隔を有するATMセルが到来して、廃棄クラスの記録が更新されるまでの間、該選択廃棄レベルよりも大きい値を保つため、輻輳時の選択的廃棄を免れ、所望の優先転送が出来る。

【0078】本発明による構成での一動作例を図10の

動作例説明図に示す。図10は二つの接続 (A、B) に着目して各送信端末における輻輳ウィンドウ (CWND)、スロースタート閾値 (sssthresh)、本発明の廃棄クラステーブルのCM、廃棄クラスNcの選移例を示したものである。

【0079】図中に示す時刻tcで輻輳が発生した場合、接続A、Bの廃棄クラスが各々2、7であるから接続Aが優先的に廃棄される。

【0080】

10 【発明の効果】以上述べた手段、即ち、UBRサービスを行うATM交換機において、データユニット流量に応じた廃棄クラス付与、所定廃棄レベルと該廃棄クラスとの照合による輻輳時の識別廃棄、廃棄済接続の廃棄クラス変更手段とにより、従来のTCP/IP制御方法に基づくフロー制御方法を用いたUBRサービスの、同一接続のセグメント連続廃棄、輻輳状態継続などの、輻輳時の廃棄処理に起因するスループット縮退を回避し、スループット回復を早めたATM交換機を実現出来る効果を奏する。

20 【0081】更に、輻輳継続時間に応じた所定廃棄レベルの更新手段により、ウィンドウサイズの肥大による輻輳集中時にも安定した廃棄処理が行われ、接続間の廃棄の偏りを防止出来る効果を奏する。

【0082】また更に、再送フレームの識別と特異廃棄クラス付与手段によって、スループット低下に大きく作用する、通信開始直後あるいは再送フレームの廃棄頻度を減少させる効果を奏するので、UBRサービスにおける一層のサービスと効率の向上が実現出来る。

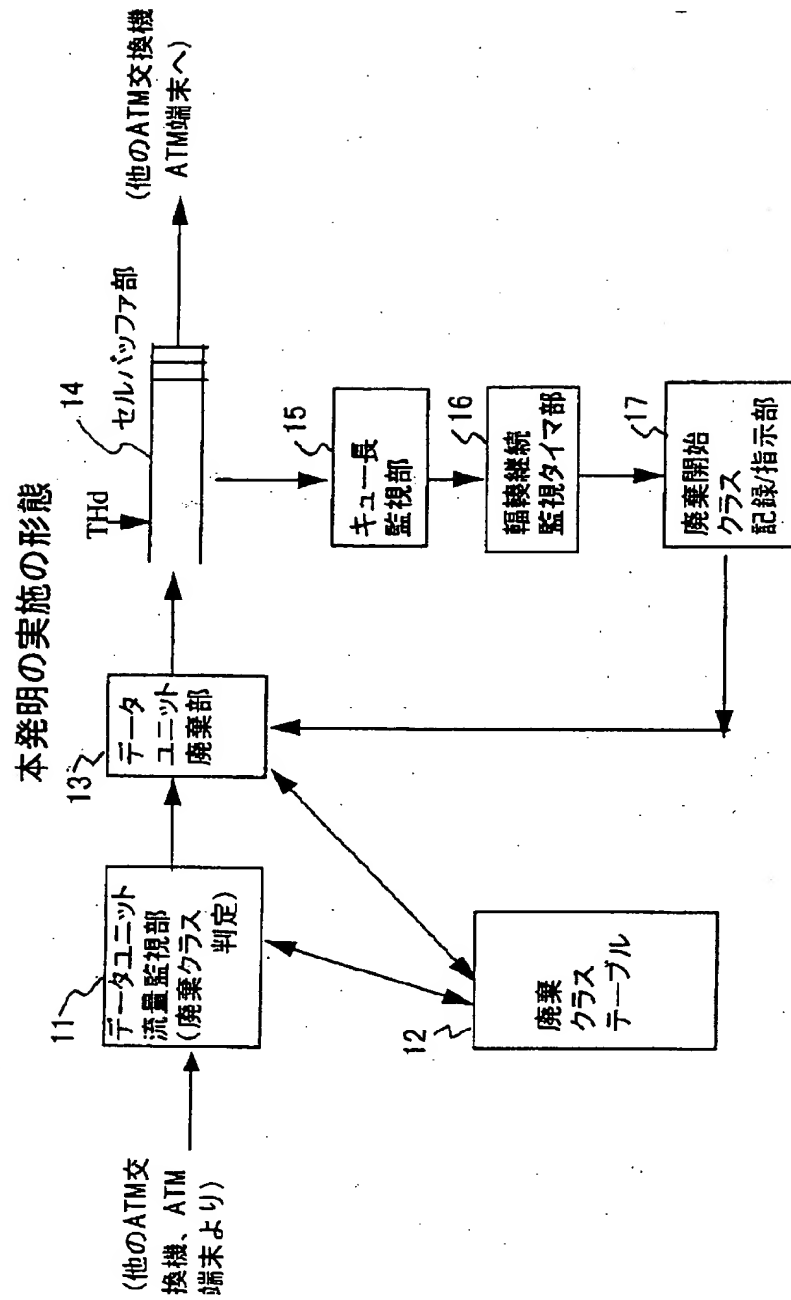
【図面の簡単な説明】

30 【図1】本発明の実施の形態、  
【図2】TCP/IPプロトコルスタック説明図、  
【図3】ATMセルのフォーマット説明図、  
【図4】再送時のバックオフ説明図、  
【図5】TCPウィンドウフロー制御説明図、  
【図6】選択廃棄レベル処理フロー説明図、  
【図7】流量監視カウンタ動作説明図、  
【図8】流量監視部処理フロー説明図、  
【図9】廃棄部処理フロー説明図、  
【図10】動作例説明図、

40 【符号の説明】

- 11 データユニット流量監視部、
- 12 廃棄クラステーブル、
- 13 データユニット廃棄部、
- 14 セルバッファ部、
- 15 キュー長監視部、
- 16 輻輳継続監視タイマ部、
- 17 廃棄開始クラス記録/指示部。

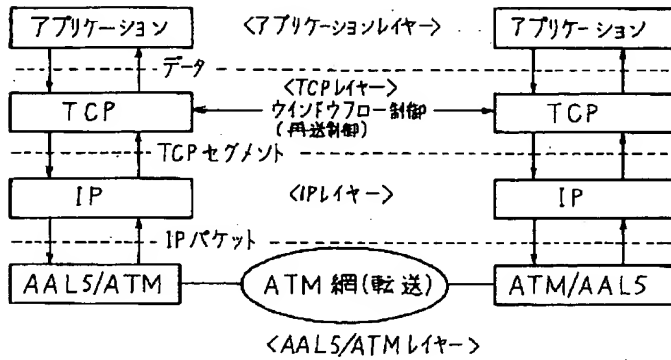
【図1】





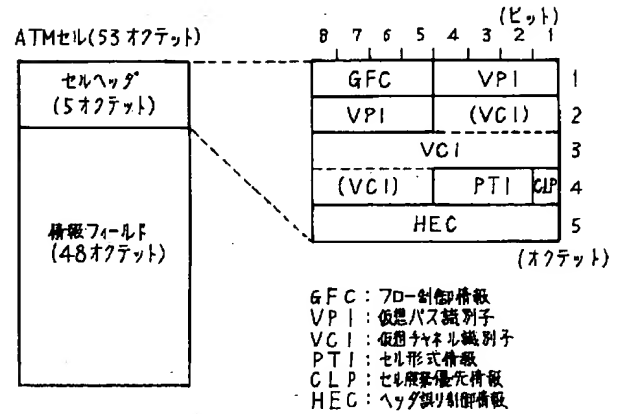
【図2】

TCP/IPプロトコルスタック説明図



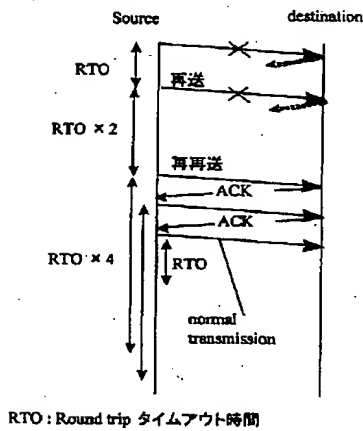
【図3】

ATMセルのフォーマット説明図



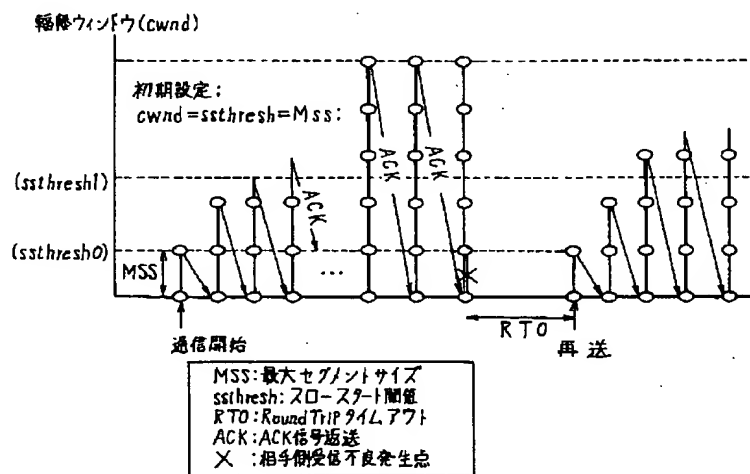
【図4】

再送時のバックオフ 説明図



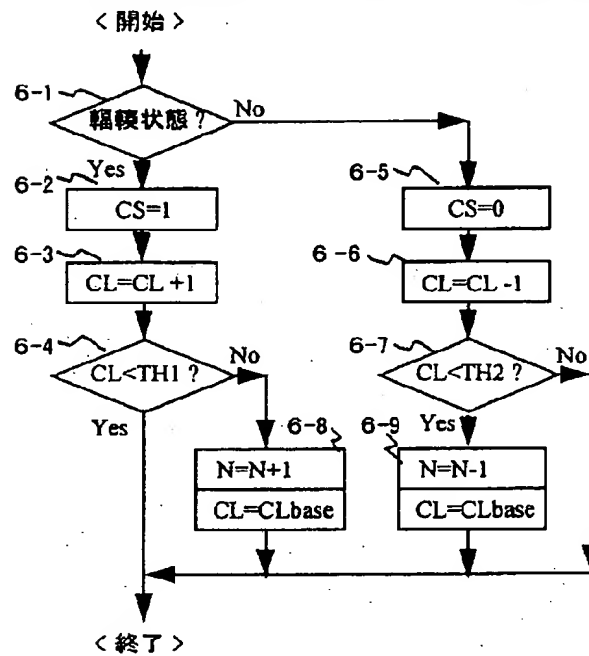
【図5】

TCPウィンドウフロー制御説明図



【図6】

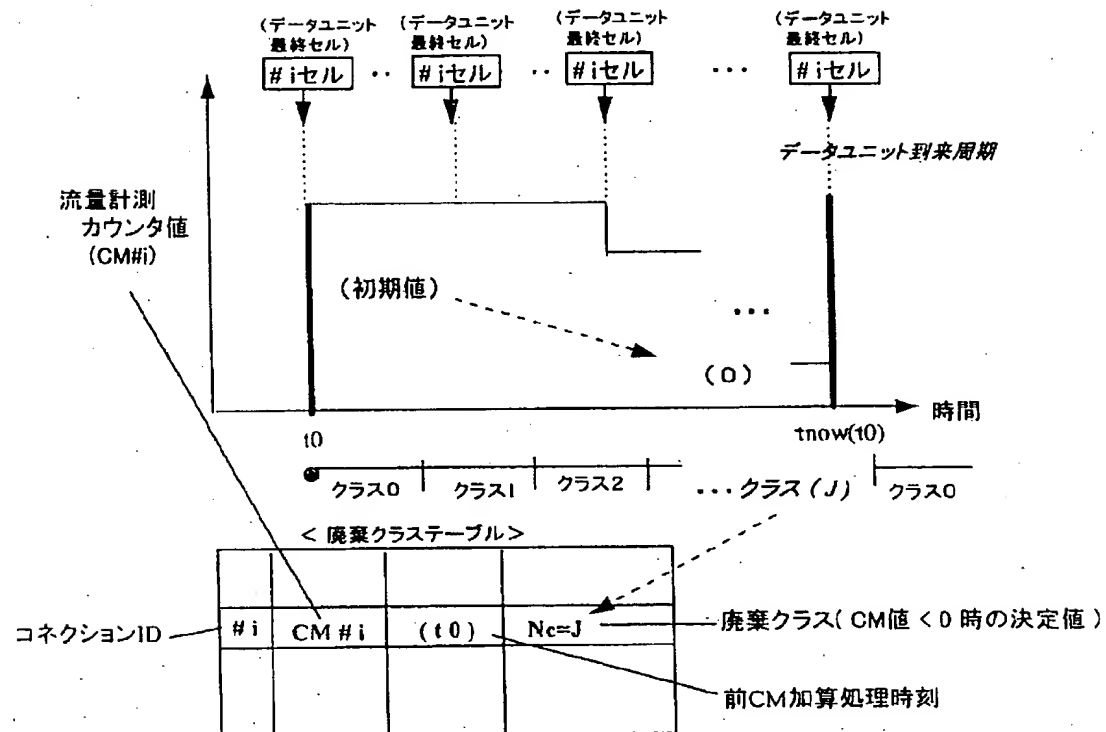
## 選択廃棄レベル処理フロー説明図



CL : 選択廃棄レベルNの更新用判定カウンタ  
 TH1 : 選択廃棄機能促進閾値  
 TH2 : 選択廃棄機能抑制閾値  
 CLbase: CLの初期値/基準値  
 CS : 輻輳表示 (1: 輻輳状態)  
 N : 対象廃棄クラス(選択廃棄レベル)

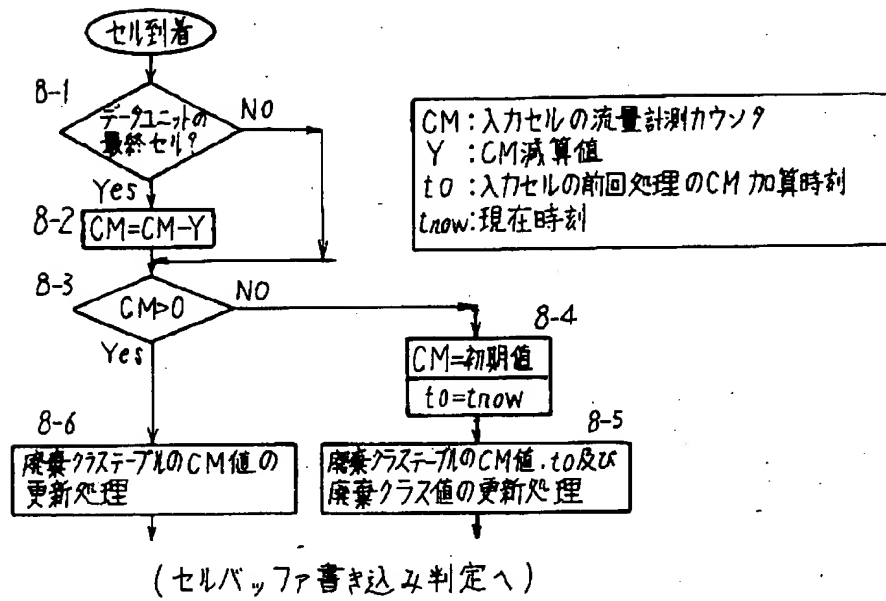
【図7】

## 流量監視カウンタ動作説明図



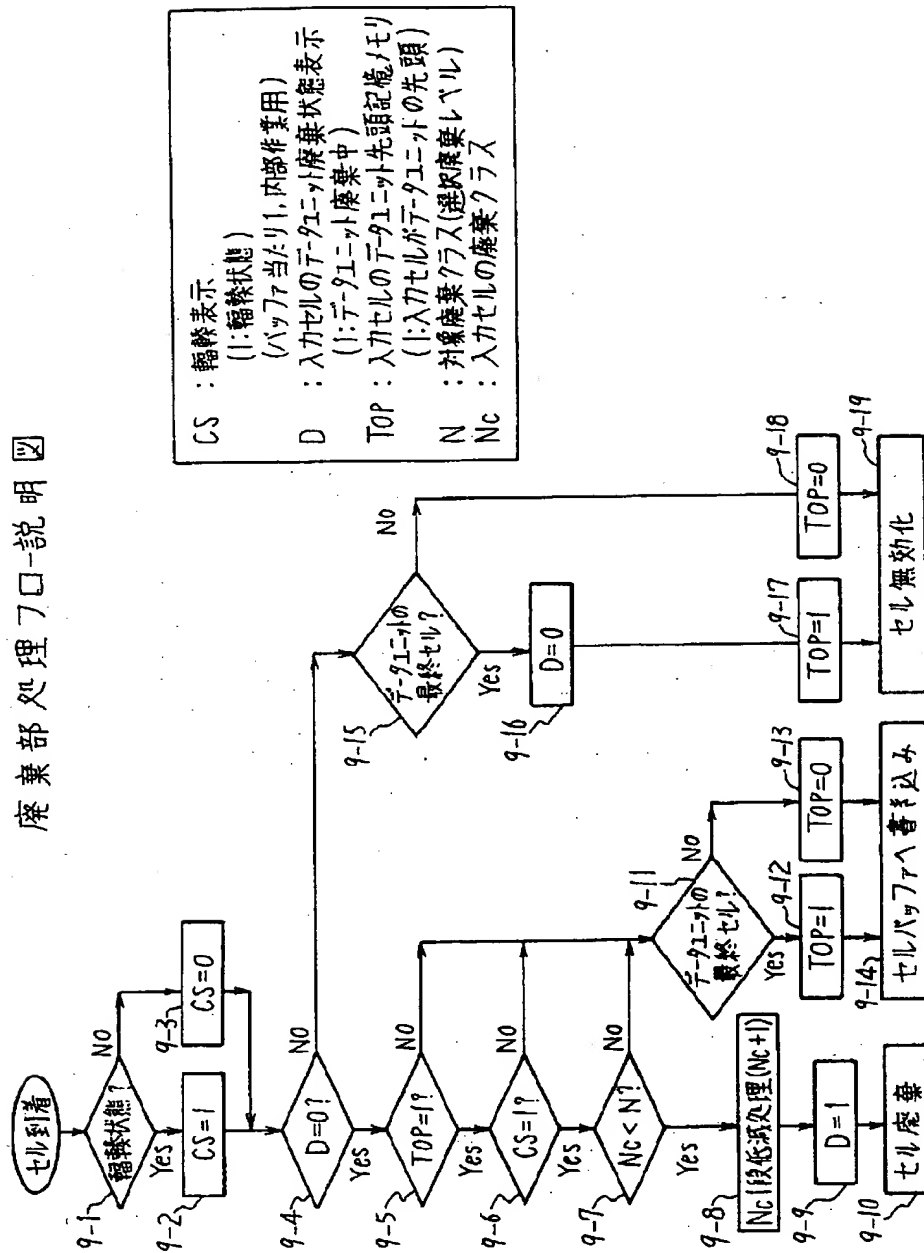
【図8】

## 流量監視部処理フロー説明図



【図9】

## 廃棄部処理フロー説明図



【図10】

動作例説明図(送受信A側—左,送受信B側—右)

